

- zur Vorbereitung, Leitung und Planung von Instandhaltungsprozessen
- zur Bemessung und Bewertung von Verfahren, Anlagen und technischen Ausrüstungen der Pflanzen- und Tierproduktion
- der Materialwirtschaft
- der Gestaltung und Nachweisführung ökonomischer Prozesse.

Auf Initiative der KDT-Mitglieder wurden ein Computerclub ins Leben gerufen und die materiellen Voraussetzungen dafür konzipiert. Die gemeinsame Arbeit von Lehrkräften und Studenten im Computerclub ermöglichte es,

- die Rechentechnik verstärkt auch für das Selbststudium der Studenten zu nutzen,
- Studenten zielgerichtet in die Entwicklung kleiner Programme für die Ausbildung einzubeziehen und dafür erforderliche Fähigkeiten zu entwickeln,
- zusätzlich fakultative Weiterbildung der Direktstudenten z. B. in REDABAS und PASCAL anzubieten sowie
- die Ausbildung auch außerhalb der Ingenieurschule zu unterstützen.

Gegenwärtig laufende Arbeiten betreffen rechnergestützte Arbeitsplätze für technische Leiter, für Technologen in der Instandsetzung und für Konstrukteure. Dazu wurden durch die KDT-Sektion zwei Arbeitsgruppen gebildet.

Jährlich werden als Bestandteil der obligatorischen Ausbildung der Direktstudenten Fachexkursionen in Betriebe der Landwirtschaft, der landtechnischen Instandhaltung sowie in ausgewählte Fertigungsbetriebe durch KDT-Mitglieder organisiert. Sie dienen der Ergänzung und Vertiefung der theoretischen Ausbildung und verbessern die praktische Anschauung der Studenten. Fakultativ werden für KDT-Mitglieder des weiteren regelmäßig Exkursionen zur Leipziger Messe, zur Agra, zu Maschinenausstellungen sowie zu Betrieben und Einrichtungen der Industrie und der Landwirtschaft organisiert. Ebenso zählen zu den planmäßigen Aufgaben der Weiterbildung der Mitglieder der KDT-Sektion die Fachvorträge und Sondervorlesungen zu aktuellen Themen in KDT-Versammlungen sowie in gesonderten Foren, wie

- Methoden der erfinderischen Arbeit
- Probleme des Energieeinsatzes und seine Bewertung
- Erarbeitung von Instandhaltungskonzeptionen
- Instandhaltung von Tierproduktionsanlagen
- Stand und Entwicklungstendenzen rechnergestützter Arbeit und Anforderungen an die Ausbildung.

Als zusätzliches Informationsangebot für Direkt- und Fernstudenten führte die KDT-Sektion in vergangenen Jahren jeweils mehrere Fachfilmveranstaltungen zu aktuellen technisch-technologischen Lösungen der landwirtschaftlichen Produktion, der Instandhaltung und spezieller Fertigungsverfahren durch. Diese fakultativen Veranstaltungen wurden von den studentischen KDT-Mitgliedern mit unterschiedlichem Interesse angenommen.

Unter Leitung der KDT-Sektion werden regelmäßig Foren mit allen Studenten organisiert. So zielen Aussprachen mit Praktikern, Leitungskadern sowie ehemaligen Absolventen auf die Klärung von Fragen zu Aufgaben und Anforderungen der Praxis an den Ingenieur für Landtechnik. Die Gespräche unterstützen die erzieherische Ausprägung des Berufsbildes. Sie werden von den Studenten interessiert in Anspruch genommen.

Traditionell wird ein Kolloquium zur Berichterstattung über vorbildliche studentische Leistungen im Studienjahr durch die KDT-Sektion anlässlich der Studententage organisiert, in das alle Studenten einbezogen werden.

Mitglieder der KDT-Sektion der Ingenieurschule arbeiten in überschulischen und zentralen Leitungsgremien des Fachverbands Land-, Forst- und Nahrungsgütertechnik mit. In verschiedenen Fachausschüssen unterstützen sie die Entwicklung dieser Fachgebiete und verwerten gewonnene Erkenntnisse in der Aus- und Weiterbildung. Schwerpunkte sind die vorbeugende Instandhaltung, die Einzelteilinstandsetzung, die Technische Diagnostik, der Rationalisierungsmittelbau sowie die Nutzung der Schweißtechnik, der Mikroelektronik und der Robotertechnik. Entsprechend ihrer fachlichen Befähigung wirken Mitglieder der KDT-Sektion als Referenten in speziellen Weiterbildungsveranstaltungen der Ingenieurschule, wie z. B. in Lehrgängen für

- Rationalisierungsmittelkonstruktion
- Schweißtechnische Ausbildung von Technologen und Gütekontrollleuren
- Ausbildung von Fachingenieuren für Schweißtechnik
- Prüfungspezialisten
- KDT-Erfinderschulen u. a.

Die Arbeit der KDT-Sektion zielt hauptsächlich auf die Qualifizierung ihrer Mitglieder und deren Beiträge zur Bewältigung der Bildungs- und Erziehungsaufträge an der Schule. Die Verbindung der Interessen und Ziele der KDT-Mitglieder mit denen der Schule wird auf der Grundlage einer Vereinbarung zwischen dem Vorstand der KDT-Sektion und der Leitung der Ingenieurschule hergestellt.

Für die künftige Arbeit der KDT-Sektion ergeben sich folgende Ziele:

- Das Niveau und die Effektivität der Aus- und Weiterbildung sind konsequent zu verbessern. Dazu gehört vor allem die gezielte wissenschaftlich-technische Weiterbildung der KDT-Mitglieder des Lehrkörpers durch Lehrgänge und Fachtagungen.
- Schaffung zusätzlicher Weiterbildungsangebote für Studenten sowie für die arbeitsplatzbezogene Weiterbildung landtechnischer Fachkader.
- Förderung der Gemeinschaftsarbeit zwischen Lehrkräften und Studenten zur Lösung wissenschaftlich-technischer Aufgaben
  - zur Unterstützung von Entwicklungsprozessen in Betrieben der landwirtschaftlichen und landtechnischen Praxis,
  - zur Entwicklung von Lehr- und Lernmitteln für die Aus- und Weiterbildung
  - zur Vervollkommnung von Laborausrüstungen und Übungskomplexen.
- Die Gemeinschaftsarbeit wird vornehmlich über die Belegbearbeitung in der selbstständig-wissenschaftlichen Arbeit der studentischen KDT-Mitglieder und über r' Betreuer realisiert.
- Die Studierenden sind für eine aktive Mitwirkung in der Ingenieurorganisation zu interessieren und als KDT-Mitglied zu gewinnen. Berufsinteresse und Motivation für eine hohe ingenieurtechnische Leistungsfähigkeit sind zu entwickeln. Dazu werden die jungen KDT-Mitglieder aktiv einbezogen in
  - die Bearbeitung anspruchsvoller Entwicklungsaufgaben,
  - die Teilnahme ausgewählter Studenten an Fachtagungen der KDT entsprechend spezifischen Aufgabenstellungen,
  - Anerkennung hervorragender ingenieurtechnischer Leistungen.

Ausgehend von Bewährtem in der bisherigen Arbeit, richtet die KDT-Sektion ihre weitere Tätigkeit darauf, im Interesse ihrer Mitglieder die Aus- und Weiterbildung entsprechend den steigenden Anforderungen zu unterstützen. Alle Formen innerschulischer Gemeinschaftsarbeit zwischen Mitgliedern des Lehrkörpers und Studenten für die Lösung wissenschaftlich-technischer Aufgaben sind zu fördern. Darin sind die Beziehungen zu Partnern aus der Praxis und aus wissenschaftlichen Einrichtungen einzuschließen.

Dr. agr. H. Böhme, KDT

#### Literatur

- [1] Lühr, D.: Aus der Arbeit des Studentischen Rationalisierungs- und Konstruktionsbüros. agrartechnik, Berlin 40(1990)5, S. 198–199. A 5923

## Zur Beeinflussung der Qualität instand gesetzter Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen von Dieselmotoren

Dr.-Ing. B. Hidde, KDT, Ingenieurschule für Landtechnik „M. I. Kalinin“ Friesack

### Problemstellung

Motorgrundinstandsetzungen werden bis zu 30% durch die Funktionsstellen Zylinderblock-Zylinderlaufbuchse/Kolben-Zylinderkopf verursacht. Eine Analyse des Ausfallverhaltens [1, 2, 3] verdeutlicht die Reaktionen der äußerst sensiblen Paarungen einschließlich Dichtverbindungen auf Unzulänglichkeiten

in der Fertigung, Montage, Einstellung sowie Bedienung und läßt gleichzeitig die Schwerpunkte für notwendige Maßnahmen erkennen.

Die Aktualität der Schadensproblematik und die zunehmenden Anforderungen an die Qualität instand gesetzter Dieselmotoren führen zwangsläufig zu einer systematischen

Schadensanalyse mit interdisziplinärem Charakter. War die Instandhaltung bisher darauf gerichtet, die Funktionsfähigkeit wiederherzustellen, sind zunehmend das Funktionsniveau zu modernisieren sowie der spezifische Energieaufwand und die Schadstoffemission zu senken.

So sind für die Funktionsstelle Kolbenlauf-

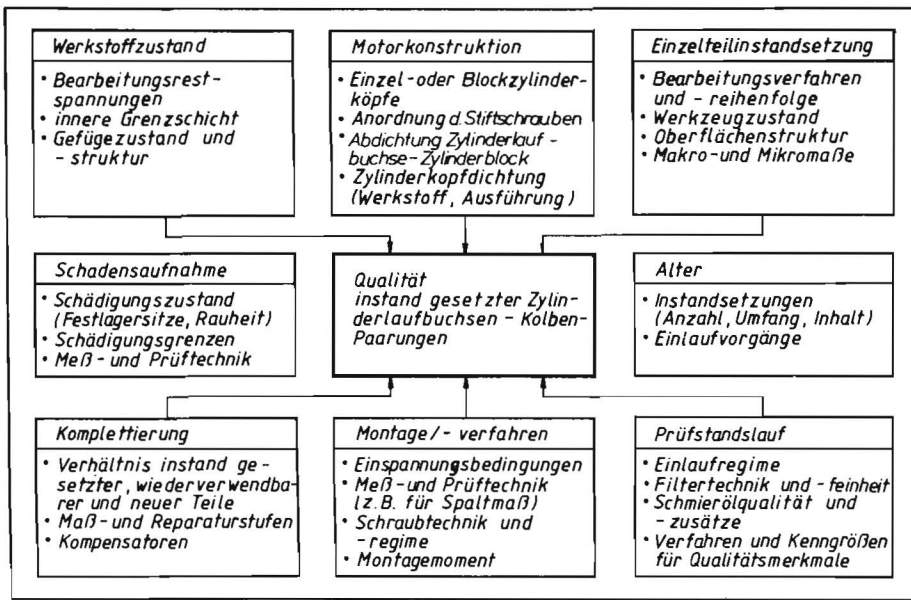


Bild 1. Technische Einflussfaktorenkomplexe auf die Qualität instand gesetzter Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen von Dieselmotoren

bahn spezielle technisch-technologische Aufwendungen über das konventionelle Maß hinaus erforderlich. Da instand gesetzte Dieselmotoren Systeme aus Wiederverwendungs-, Instandsetzungs- und Neuteilen sind und wiederholte Instandsetzungen zu einem veränderten Schädigungsverhalten führen, kommt den Abweichungen vom Normzustand eine besondere Bedeutung zu. Analysen zu den Ursachen für ein abweichendes Schädigungsverhalten instand gesetzter Dieselmotoren von dem neuer ergeben eine große Anzahl technisch-technologischer Einflussfaktoren.

Wesentliche Einflussfaktorenkomplexe und relevante technische Einflussfaktoren auf die Qualität instand gesetzter Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen sind im Bild 1 zusammengestellt. Bei den weiteren Betrachtungen

soll der Zusammenhang zwischen den technischen Merkmalen der Instandsetzung und der Ausprägung ausgewählter Qualitätsmerkmale für die Einzelteile bzw. für die Funktionsstelle, für die Paarungsteile sowie für die Einlauf- und Prüfbedingungen dargestellt werden.

#### Instandsetzungsspezifische technische Merkmale für die Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen

Instandsetzungsspezifische technische Merkmale sind die Gesamtheit der technisch-technologischen Bedingungen für die Sicherung einer hohen Instandsetzungsqualität. Im einzelnen zählen dazu:

- geometrische Bedingungen (z. B. Maße, Form- und Lageabweichungen, Topogra-

phie und Struktur mechanisch bearbeiteter Oberflächen)

- Zuordnungsbedingungen (z. B. Spiele, Montage Maße, Anzugsmomente)
- Einlauf- und Prüfbedingungen (z. B. Einlaufregime, Prüfverfahren und -vorschriften, Prozeßkenngrößen)
- technologische Bedingungen (z. B. Serien- und Losgrößen).

Die Vielfalt und Komplexität der technischen Merkmale, die sowohl bei der Fertigung, der Grundinstandsetzung, aber auch zunehmend bei der schadbezogenen Instandsetzung der Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen zu berücksichtigen sind, zeigt Bild 2.

Der Zusammenhang zwischen relevanten Prozeßabschnitten der Instandsetzung und der Ausprägung ausgewählter Qualitätsmerkmale für Einzelteile, Funktionsstellen, Paarungsteile sowie für Einlauf- und Prüfbedingungen kann wie folgt charakterisiert werden:

- Die meßtechnische Erfassung des Schadenszustands der Festlagersitze sowohl an der Laufbuchse als auch im Zylinderblock kann i. allg. erst nach einer Entfernung der Korrosionsprodukte durch mechanische Bearbeitung erfolgen. Das ist teilweise mit einem Materialabtrag vom Grundwerkstoff verbunden, der oft zu schrägen oder sattelförmigen Bundauflagen am Zylinderblock führt.

- In den Prozeßabschnitten der Instandsetzung sind neben den Nennmaßen und Toleranzen besonders die Topographie der Oberfläche und die Gefügestruktur der Randzone für die Gleitflächen, der allgemeine Zustand im Bundbereich, die Stirn-

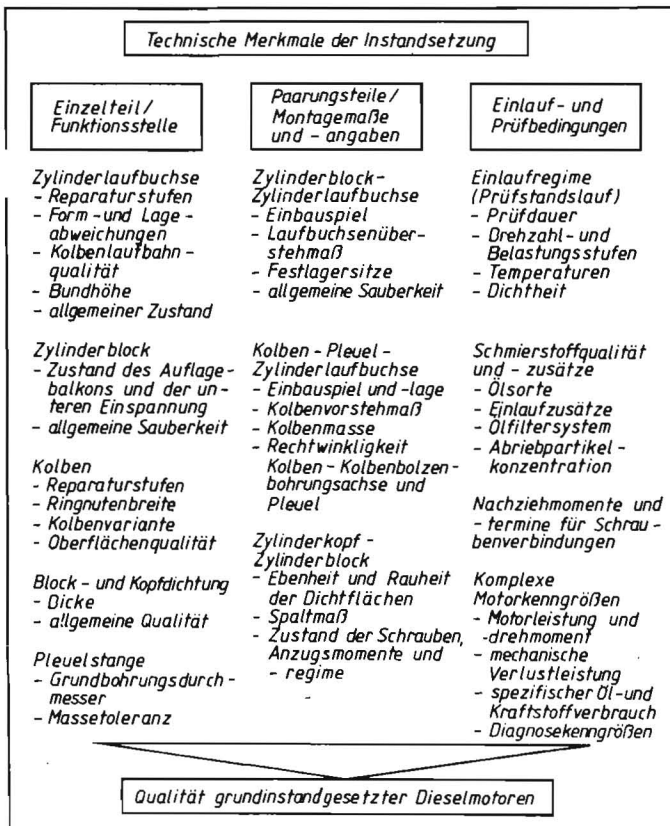


Bild 2. Systematik der technischen Merkmale für die Instandsetzung der Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen

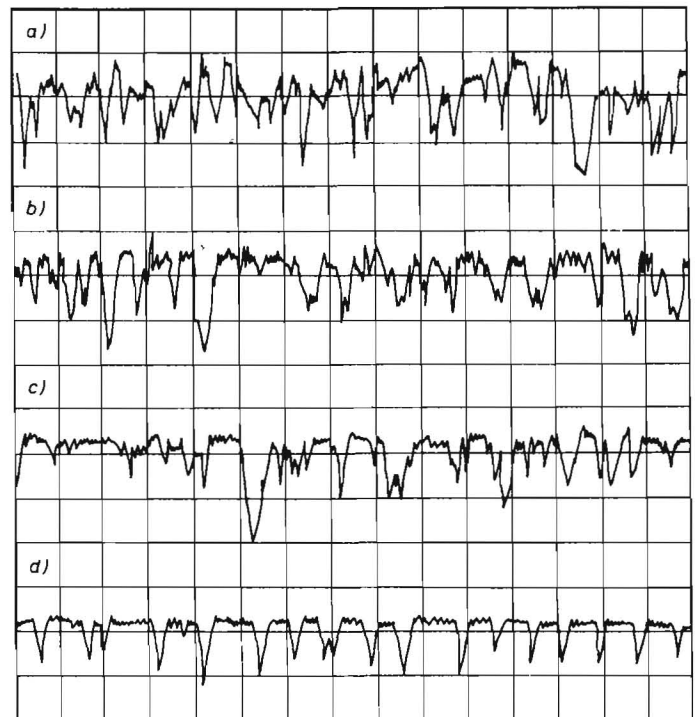
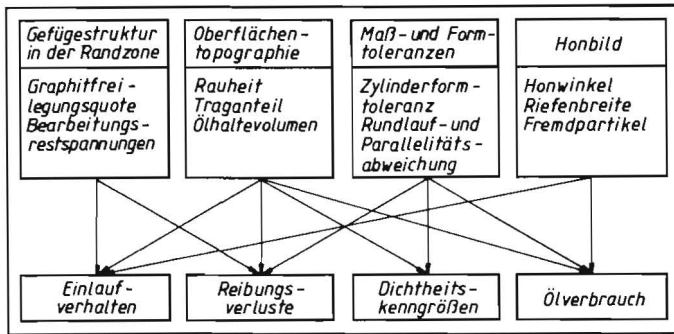


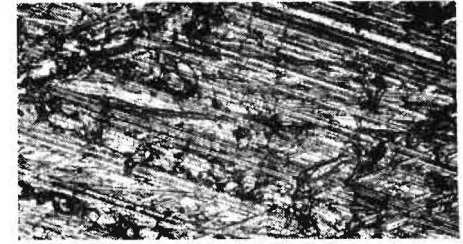
Bild 4. Profildigramme geohnter Kolbenlaufbahnen:  
a) konventionell gehont (arithmetischer Mittenrauhwert  $R_a = 2,09 \mu\text{m}$ , maximale Rauhtiefe  $R_t = 12,2 \mu\text{m}$ , Profiltiefe  $PT = 14 \mu\text{m}$ )  
b) konventionell gehont ( $R_a = 1,88 \mu\text{m}$ ,  $R_t = 13 \mu\text{m}$ ,  $PT = 13 \mu\text{m}$ )  
c) konventionell gehont und chemisch-mechanisch messinggreibbeschichtet ( $R_a = 1,43 \mu\text{m}$ ,  $R_t = 12 \mu\text{m}$ ,  $PT = 13,8 \mu\text{m}$ )  
d) plateau gehont ( $R_a = 1,02 \mu\text{m}$ ,  $R_t = 11,2 \mu\text{m}$ ,  $PT = 11,6 \mu\text{m}$ )



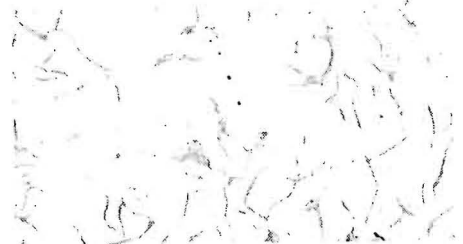
**Bild 3**  
Reibungsverhalten von Kolbenlaufbahnen in Abhängigkeit von der Honqualität



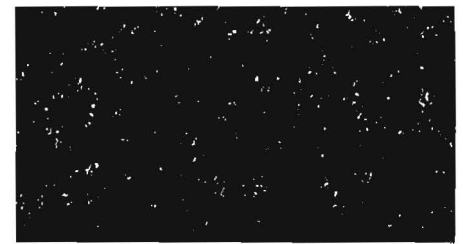
**Bild 5.** Honriefenorientierung mit gleichmäßigem Kreuzschliff und einem Honwinkel von rd. 50° (Querschliff 100:1)



**Bild 6.** Unsaubere Honriefenausbildung mit Feinbohrriefen und teilweise zugeschmierten Schnittkanten (100:1)



**Bild 7** Graphitfreischliff einer gehonten Zylinderlaufbuchse (Querschliff 200:1, ungeätzt)



**Bild 8.** Netzstruktur des Phosphideutektikum: ner Zylinderlaufbuchse aus GGLZ – 320 NiCr 2.2 (Querschliff 20:1, geätzt: 10%ige Salpetersäure)

laufabweichung, die Abweichung von der Koaxialität und die Zylindrizität zu beachten. Für die Einzelteilinstandsetzung bedeutet das formstabilisierende und prozeßüberwachende Steuerungen bezüglich der Maß- und Formtoleranzen.

- Das Fügen von Neu-, Wiederverwendungs- und Instandsetzungsteilen führt infolge der veränderten geometrischen und technischen Toleranzverhältnisse sowie der vom ursprünglichen Werkstoff abweichenden Struktur zu einem anderen tribologischen Verhalten [4]. So zeigen Zylinderlaufbuchsen bei Abnutzung des Auflagebalkens und des unteren Laufbuchsen-sitzes im Zylinderblock einerseits und des Bund- und Paßbereichs der Zylinderlaufbuchse andererseits mit der Anzahl der wiederholten Instandsetzungen ein zunehmend dynamisches Verhalten [5]. Untersuchungen zeigen, daß damit insgesamt die Abdichtfunktion der Kolbenringe erschwert wird und gleichzeitig Probleme bei der Gestaltung von Trenn- und Festlagerflächen im Bereich Zylinderblock–Zylinderkopf–Zylinderlaufbuchse auftreten.
- Der Prüfstandslauf ist unter dem Aspekt der kraftstoffökonomischen und schadstoffarmen Betriebsweise bei gleichzeitiger Nutzung der anfallenden Motorkenngrößen ein wesentlicher Prozeßabschnitt für die Bewertung der Instandsetzungsqualität und für den Nachweis geforderter Kenngrößen. Das Einlaufregime und die Schmierbedingungen beeinflussen entscheidend das nachfolgende Funktionsverhalten. Schädigungen in dieser Periode sind auch durch nachfolgende gute Pflege nicht reparabel.

#### Ermittlung und Bewertung der Oberflächenqualität von Kolbenlaufbahnen

Die große Bedeutung der Oberflächenqualität für die Reibbedingungen ist u. a. in [4, 6, 7] dargestellt. Für instand gesetzte Laufbuchsen von Dieselmotoren ergeben sich insgesamt die im Bild 3 wiedergegebenen Abhängigkeiten zum Betriebs- und Funktionsverhalten. Ölverbrauch, Durchblasevolumenstrom und Kompressionsdruck werden wesentlich durch Maß- und Formtoleranzen beeinflusst. Unter Berücksichtigung der Toleranzen des Grundwerkstoffs bestimmen die Gefügestruktur in der Randzone und die Topographie der Oberfläche das Reibungs- und Verschleißverhalten einschließlich der Notlaufeigenschaften. Die Kenngrößen Durchblasevolumenstrom, Rauchdichte und Kraftstoffverbrauch stellen bei optimierten Prüfstands-läufen für die Serien- und TKO-Kontrolle – auch unter dem Aspekt der kraftstoffökonomischen und schadstoffarmen Betriebsweise – einen weiteren Bewertungsmaßstab für die Instandsetzungsqualität dar. Zur fachgerech-

ten Bewertung gehonter Kolbenlaufbahnen gehören folgende Merkmale:

- Senkrechtgrößen (Bild 4)
  - Honqualitätsmerkmale (Bilder 5 und 6)
  - metallografische Beurteilung (Bilder 7, 8).
- Die Bilder 4 bis 8 lassen erkennen, daß neben den traditionellen Kenngrößen ( $R_a$ ,  $R_m$ ,  $R_z$ ) auch qualitative Informationen und qualitative Aussagen zur Honbildqualität und eine metallografische Beurteilung erforderlich sind. Für die meßtechnische Erfassung der Senkrechtgrößen haben sich Kalloplastabdrücke und der Einsatz digitaler Oberflächenmeß- und -registriergeräte mit Profilschreiber [8, 9, 10] bewährt. Die Kontrollmöglichkeiten für die Qualitätsmerkmale reichen von subjektiven Bewertungsmethoden über Abdruckmethoden bis zur Oberflächenmessung einschließlich Aufzeichnung der Profilfragmenteilurve und des Profildiagramms.

#### Zusammenfassung

Zur möglichst eindeutigen Beschreibung der Qualität instand gesetzter Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Paarungen von Dieselmotoren sind deren qualitätswirksame Eigenschaften durch meßbare Merkmale zu erfassen. Dazu wurden im vorliegenden Beitrag technische Merkmale für die Instandsetzung vorgestellt und ausgewählte Qualitätskenngrößen abgeleitet. Die veränderten Qualitätsanforderungen und die damit einzuhaltenden technischen Merkmale zwingen neben dem Einsatz moderner Fertigungstechnik (Honbearbeitungszentren) auch entsprechende Meßtechnik in die jeweiligen Prozeßabschnitte der Instandsetzung einzuführen. Das trifft besonders für die Sicherung und den Nachweis der Makro- und Mikromaße der Kolbenlaufbahnen zu.

Die Ergebnisse aus zwei unabhängig voneinander durchgeführten Prüfstandsuntersuchungen [11] lassen die vielfältigen Möglichkeiten der Qualitätsbeeinflussung und des Nachweises der installierten Gebrauchseigenschaften erkennen.

#### Literatur

- [1] Grey, D.: Beitrag zur optimalen Gestaltung von Instandhaltungsprozessen bei Anwendung der Instandhaltungsmethode nach Überprüfung – dargestellt am Beispiel von Baugruppen des Traktors ZT 300/303. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation B 1987.
- [2] Schadensanalyse: EDV-Ausdruck Datei NOMA. VEB IFA-Motorenwerk Nordhausen 1988.
- [3] Göhner, G.: Schadbildanalyse an Motoren 4 VD (ZT 300, W50). VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal, Studie 1987.
- [4] Brendel, H.; Ehrlich, M.; Junghans, R.: Beiträge zur Verbesserung tribologischer Eigenschaften von Gleitpaarungen im Mischreibungszustand durch Optimierung ihrer Oberflächenrauheit. Wissenschaftliche Schriften-

reihe der Technischen Universität Karl-Marx-Stadt 6(1986).

- [5] Stegmann, G. u. a.: Wechselwirkung Grundinstandsetzungsprozeß von Dieselmotoren und deren Zuverlässigkeitsverhalten. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungszwischenbericht A2 1988 (unveröffentlicht).
- [6] Brodmann, R.: Optische Rauheitsmessung in der Fertigung. Automobiltechnische Zeitschrift, Stuttgart 86(1984)11, S. 521–525.
- [7] Fuhrmann, W.: Die Einlaufoberfläche – Untersuchungen an Nocken und Stößel. Motortechnische Zeitschrift, Stuttgart 41(1980)6, S. 271–276.
- [8] Zeiss Tastschnittgerät ME 10D. VEB Carl Zeiss JENA, Firmenschrift 1985.
- [9] Perthometer S6P, volldigitales Oberflächenmeßgerät. Feinprüf GmbH Göttingen, Firmenschrift 1984.
- [10] Hommel Tester T 1000. Hommelwerke GmbH Schwenningen, Firmenschrift 1986.
- [11] Hidde, B.: Zum Einfluß instandsetzungsspezifischer Merkmale auf die Qualität der Zylinder-Kolben-Gruppe von Dieselmotoren. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation A 1989. A 5892